

大学発アーバンイノベーション神戸 研究成果報告書

2024年5月27日

申請区分	エネルギー・原材料価格・物価高騰等対策	課題番号	
研究課題名	工業排ガスからのCO ₂ 選択的回収: コンパクトかつ高効率のシステム化開発		
研究期間	令和5年度～令和5年度		
研究代表者	氏名	稲垣 冬彦	
	大学等	神戸学院大学	
交付決定額(研究期間全体)	5,000 千円		

○研究成果の概要 (400字以内)

世界初のアラルキルアミンを活用した工業排ガスからの新規CO₂選択的回収装置を開発すべく、1)回収装置の設計・構築、2)装置におけるCO₂吸収、3)装置におけるCO₂放出の3点を軸に研究を展開した。本研究の鍵は我々の初の試みとなる1)装置設計部分であったが、保有技術/知識/経験の範疇でCO₂回収装置を構築することが可能であることを見出した。また2)においても良好な結果が得られ、3)についても予備検討まで到達した。CO₂放出においては新機構の導入が必要であるが、これまでの知見から該当部分の装置構築も可能であること期待している。そのため、本研究は概ね順調に進行中である。

○研究成果の学術的意義や社会的意義 (200字以内)

神戸2025ビジョンにおいては、基本目標6のKPIにおいて、2050年の二酸化炭素排出量をゼロにするという極めて高い目標を掲げている。そのため、神戸を取り巻く環境におけるCO₂回収技術の発展は急務である。本研究の発展は、その学術的観点からも新規性が高いだけでなく、本目標を達成する主軸としての役割を果たしうるポテンシャルを持っており、社会的意義も大きいと考えている。

1. 研究開始当初の背景

脱炭素社会実現に向けて重要視されている工業排ガス中のCO₂回収技術において、CO₂分離エネルギー過多に伴う高コスト化は、共通する課題である。従来アミンを用いる化学吸収法では、排ガス中のCO₂に加え、水分も過剰に吸収しており、CO₂加熱放出/濃縮時に水加熱分のエネルギーを必要とする点にボトルネックを有していた。

我々は、従来不可能とされてきた耐水性のCO₂選択的回収剤の開発に成功しており、本成果は国内外で極めて高い注目を集めている (Journal of American Chemical Society 2017, 139, 4639. [Impact Factor 15.419]; Chemical & Engineering News 2017; 内閣府等主催ムーンショット国際シンポジウム招待講演 2019; 日本経済新聞 2021/2/1, 2021/8/31 etc.)。これは、疎水性官能基をもつアミン(アラルキルアミン)がCO₂と反応すると、その親媒性に逆らって自己組織化し、“逆脂質二重膜構造”を形成するという新たな発見による。本発見により、CO₂加熱濃縮時に水加熱分のエネルギーが一切不要な次世代型のCO₂回収技術開発が展開可能となった

2. 研究の目的

我々はごく最近、CO₂を選択的に吸収できることに加え、CO₂を吸収した疎水性アミンに高揮発性の溶媒を添加することでCO₂を放出できる画期的な新機構を発見した(特 2022-020715, PCT/JP2023/004697)。換言すれば、本技術はCO₂回収領域において、世界をリードする革新的な分離エネルギー低減化実現のポテンシャルを持つことを意味する。そこで、本機構の更なる解明と発展のため

め、CO2 放出/濃縮の新システム開発とエネルギー試算を期間内の目的とする。

3. 研究の方法

通常、アミンからの CO2 の放出/濃縮時には 100 度以上の加熱を必要としていたが、我々の技術では溶媒を添加することで一切加熱する必要なく室温での CO2 放出/濃縮が可能となった。また加えた溶媒は高い揮発性を有していることに加え、沸点も 40 度程度と極めて低く容易にアミンとの分離が可能である。一方で、1)新機構であるため従来とは異なる CO2 吸収/放出システム構築が必要、2)新システム構築により分離エネルギーの試算が可能となる。そこで、1), 2)を効率的に遂行し、上記目的を達成するため、以下を計画している。

1) 溶媒添加による CO2 放出/濃縮システムの構築

[1-1] 候補となるアラルキルアミン種および溶媒種の選定

CO2 を吸収させた複数のアラルキルアミンに種々の溶媒を添加し、CO2 の放出速度や放出量、添加した溶媒量を計測し、候補となる組み合わせを選出する。

[1-2] 新規 CO2 吸収/放出システムの基盤となるモジュール考案と設計

[1-1]で得られたデータを基盤に、溶媒添加型の新しい CO2 吸収/放出システムの基盤となるモジュールを考案し、設計する。

[1-3] ラボレベルでの新規 CO2 吸収/放出システムのモジュール構築と稼働検証

[1-2]に基づきラボレベルでの新規 CO2 吸収/放出システムモジュールを構築し、[1-1]で選定した候補アミンと溶媒を用いて稼働検証を実施する。

2) 新システム構築による分離エネルギーの試算

1)の検証により得られた測定データをもとに分離エネルギーを試算し、CO2 の回収効率も鑑みながら、最適アミン及び溶媒を選定する。また、モジュール大型化に向けた課題点や改善策を洗い出し、民間企業と共同でのプラント設計につなげる。

4. 研究成果

上記計画に従い、1)回収装置の設計,構築、2)装置における CO2 吸収、3)装置における CO2 放出の 3 点を軸に研究を展開した。

1)回収装置の設計,構築

新規となる循環式装置の基礎原理を確立し、必要部材を調達、組み立てを行った。

2)装置における CO2 吸収

該装置を部分的に活用し、CO2 吸収を検討した。その結果、当初計画通り CO2 を選択的に回収することが立証された。

3)装置における CO2 放出

CO2 放出の予備的検討として、加熱による CO2 の放出検証を行った。その結果、CO2 を放出し、回収剤が回収できることを見出した。今後、新機構での CO2 放出も検討し、循環式装置を完成させ、エネルギー試算を実施する予定。

以上、本研究の鍵は我々の初の試みとなる 1)装置設計部分であったが、保有技術の範疇で CO2 回収装置を構築することが可能であることを見出した。CO2 放出においては新機構の導入が必要であるが、これまでの知見から該当部分の装置構築も可能であること期待している。そのため、本研究は概ね順調に進行中である。

<引用文献> 文中に記載